

Beschreibung

Durchlaufdampferzeuger

Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger mit einer Brennkammer, die in ihrem Bodenbereich Trichterseitenwände aufweist, und mit einer aus gasdicht miteinander verschweißten Dampferzeugerrohren gebildeten Umfassungswand.

Ein Dampferzeuger kann nach verschiedenen Auslegungsprinzipien konzipiert sein. In einem Durchlaufdampferzeuger führt die Beheizung einer Anzahl von Dampferzeugerrohren, die zusammen die gasdichte Umfassungswand der Brennkammer bilden, zu einer vollständigen Verdampfung eines Strömungsmediums in den Dampferzeugerrohren in einem Durchgang. Das Strömungsmedium – üblicherweise Wasser – wird nach seiner Verdampfung den Dampferzeugerrohren nachgeschalteten Überhitzerrohren zugeführt und dort überhitzt.

Ein Durchlaufdampferzeuger unterliegt im Gegensatz zu einem Naturumlaufdampferzeuger keiner Druckbegrenzung, so dass er für Frischdampfdrücke weit über dem kritischen Druck von Wasser ($p_{krit} = 221$ bar) – wo keine Unterscheidung der Phasen Wasser und Dampf und damit auch keine Phasentrennung möglich ist – ausgelegt werden kann. Ein hoher Frischdampfdruck begünstigt einen hohen thermischen Wirkungsgrad und somit niedrigere CO₂-Emissionen eines fossil beheizten Kraftwerks.

Bei Dampferzeugern mit vertikalem Gaszug sind die Dampferzeugerrohre in der Regel über Flossen miteinander verbunden. Die Umfassungswand ist also aus einer Anzahl von annähernd parallelen Dampferzeugerrohren gebildet, die über Flossen miteinander verbunden und gasdicht verschweißt sind. Die Dampferzeugerrohre des Dampferzeugers können dabei vertikal oder spiralförmig und damit geneigt angeordnet sein.

Am unteren Ende des Gaszuges sind üblicherweise Trichterseitenwände der Brennkammer angeordnet, dessen Form die unkomplizierte Entfernung von während des Verbrennungsprozesses entstandener Asche erlaubt. Dabei ist die Brennkammerwand aus in der Regel senkrechten Dampferzeugerrohren und Flossen gebildet. Im unteren Abschnitt im Bereich des Trichters verlaufen die Dampferzeugerrohre üblicherweise ebenfalls in der Art einer Senkrechtberührung in derselben Richtung weiter wie in ihrem die Brennkammerwand bildenden oberen Abschnitt. Die Parallelrohre treten dabei über Eintrittssammler in die Trichter ein und bilden im weiteren Verlauf die Parallelrohre der Brennkammer.

Während des Betriebs eines Durchlaufdampferzeugers wird die bei der Verbrennung eines Brenngases innerhalb der Brennkammer erzeugte Wärme sowohl direkt über die Wände der Dampferzeugerrohre als auch über die Flossen in das die Dampferzeugerrohre durchströmende Strömungsmedium eingetragen. Dabei bestimmt die Beheizung jedes Dampferzeugerrohrs das Gewicht der Wassersäule in dem jeweiligen Rohr. Da der Durchfluss an Strömungsmedium durch ein Dampferzeugerrohr und damit die Austrittstemperatur des Strömungsmediums von dem Druck der Wassersäule in dem entsprechenden Rohr abhängt, wird die Austrittstemperatur durch ein Dampferzeugerrohr entscheidend von der Beheizung des entsprechenden Dampferzeugerrohrs beeinflusst.

Werden die Dampferzeugerrohre unterschiedlich stark beheizt, resultieren somit auch unterschiedliche Austrittstemperaturen des Strömungsmediums. Unter Umständen - insbesondere bei Anfahrvorgängen und niedrigen Lasten - können solche Temperaturdifferenzen einen Wert erreichen, bei dem es zu unzulässig hohen Materialbelastungen kommt.

Bei in der Brennkammerwand und im Bereich der Trichterseitenwände senkrecht verlaufenden Dampferzeugerrohren sind im Bereich der Trichterseitenwände einige Dampferzeugerrohre und

die zugehörigen Flossen, nämlich die, die bei viereckigem Querschnitt der Brennkammer im Bereich der vier Ecken liegen, kürzer als die die Spitze der Trichterseitenwände bildenden. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Länge sind die Dampferzeugerrohre und die Flossen somit einer unterschiedlich starken Beheizung ausgesetzt. Es besteht also die Gefahr, dass es wegen der unterschiedlich starken Beheizung der Dampferzeugerrohre im Bereich der Trichterseitenwände zu unzulässig hohen Temperaturdifferenzen des aus den einzelnen Dampferzeugerrohren austretenden Strömungsmediums kommt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger der oben genannten Art anzugeben, bei dem in jedem Betriebszustand sichergestellt ist, dass die Unterschiede in den Temperaturen des Strömungsmediums am Austritt einzelner Dampferzeugerrohre einen kritischen Wert nicht überschreiten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem eine Anzahl von Dampferzeugerrohren im Bereich der Trichterseitenwände einen anderen Rohraußendurchmesser und/oder eine andere Flossenbreite aufweist als im Bereich der Umfassungswand der Brennkammer.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass hohe Materialbelastungen der Dampferzeugerrohre vermieden werden können, indem sichergestellt wird, dass die Temperaturdifferenzen des Strömungsmediums am Austritt einzelner Dampferzeugerrohre einen kritischen Wert nicht überschreiten. Daher sollte die Beheizung eines Dampferzeugerrohrs an keiner Stelle des Dampferzeugers wesentlich von der Beheizung der anderen Dampferzeugerrohre abweichen. Im Bereich der Trichterseitenwände der Brennkammer muss allerdings bei herkömmlicher Bauweise die Länge der Dampferzeugerrohre mit zunehmender Verjüngung des Trichters variiert werden. Einige Dampferzeugerrohre weisen damit eine geringere Länge auf als andere und sind daher im Bereich der Trichterseitenwände einer schwächeren Beheizung ausgesetzt. Bei der herkömmlichen Bauweise

lässt sich daher eine unterschiedliche Beheizung der Dampferzeugerrohre und Flossen aufgrund der geometrischen Verhältnisse in ihrem im Bereich der Trichterseitenwände angeordneten unteren Abschnitt nicht vermeiden. Um trotz der notwendigen Verjüngung der Trichterseitenwände eine nicht zu unterschiedliche Beheizung der einzelnen Dampferzeugerrohre sicherzustellen, sollten die Längen der einzelnen Dampferzeugerrohre nicht zu stark voneinander abweichen. Um das zu ermöglichen, sollten im Bereich der Trichterseitenwände die Dampferzeugerrohre entlang von dessen Seitenflächen geführt sein. Dies wird ermöglicht, indem die Rohrgeometrien geeignet gewählt sind.

Der Dampferzeuger ist dabei vorteilhafterweise als Durchlaufdampferzeuger ausgelegt. Vorteilhafterweise weist eine Anzahl von Dampferzeugerrohren in dem die Trichterseitenwände bildenden unteren Abschnitt einen geringeren Rohrdurchmesser auf als in dem die Brennkammerwand bildenden oberen Abschnitt. Die Reduzierung des Rohrdurchmessers in den Trichterseitenwänden erlaubt dessen Berührung mit derselben Anzahl von Dampferzeugerrohren wie in dem die Brennkammerwand bildenden oberen Abschnitt. Mit anderen Worten: Der Verjüngung der Trichterseitenwände wird nicht durch die Reduzierung der Anzahl von Dampferzeugerrohren, sondern durch die Reduzierung des Rohrdurchmessers Rechnung getragen. Damit verlaufen alle Dampferzeugerrohre über etwa die gleiche Länge im beheizten Bereich und es ist eine vergleichbare Beheizung aller Dampferzeugerrohre sichergestellt.

Der Wärmeeintrag in das Strömungsmedium erfolgt aber nicht nur durch die Rohrwände, sondern auch durch die die einzelnen Dampferzeugerrohre miteinander verbindenden Flossen. Die Breite der Brennkammerwand und der Trichterseitenwände ergibt sich aus der Anzahl der Dampferzeugerrohre multipliziert mit dem Abstand von Rohrachse zu Rohrachse, wobei der Abstand von Rohrachse zu Rohrachse gleich dem Rohrdurchmesser addiert zur Breite einer Flosse ist. Um der Verjüngung der

Trichterseitenwände Rechnung zu tragen, kann daher vorteilhafterweise auch die Breite der Flossen im unteren, die Trichterseitenwände bildenden Abschnitt der Dampferzeugerrohre verändert und insbesondere reduziert werden.

Vorteilhafterweise ist der Rohraußendurchmesser im unteren Abschnitt um 5 bis 15 Prozent gegenüber dem Rohrdurchmesser im oberen Abschnitt reduziert. Die Flossenbreite ist vorteilhafterweise im unteren Abschnitt um 30 bis 70 Prozent gegenüber der Breite im oberen Abschnitt reduziert. Wie sich nämlich herausgestellt hat, lässt sich auf diese Weise eine besonders effektive Ausnutzung der im die Trichterseitenwände bildenden unteren Abschnitt der Dampferzeugerrohre zur Verfügung stehenden Wärme erreichen.

Im Bereich der Trichterseitenwände ist eine Anzahl von Dampferzeugerrohren vorteilhafterweise zumindest teilweise parallel zur Neigungsrichtung der Trichterseitenwände angeordnet. Eine solche Anordnung erlaubt eine besonders gute Anpassung der Länge jedes einzelnen Dampferzeugerrohrs an die Beheizungsverhältnisse und damit eine besonders gleichmäßige Beheizung. Insbesondere ist es bei einer solchen Anordnung beispielsweise möglich, ein weniger stark beheiztes Dampferzeugerrohr so zu verlegen, dass es eine größere Länge innerhalb des beheizten Bereichs aufweist, und auf diese Weise den Effekt einer schwächeren Beheizung durch den einer längeren Beheizung zu kompensieren.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass bei einer Auslegung des Dampferzeugers als Durchlaufdampferzeuger bei vergleichsweise geringem baulichen Aufwand das Auftreten von unzulässig großen Temperaturdifferenzen des Strömungsmediums in einzelnen Dampferzeugerrohren wirksam vermieden werden kann. Weil insbesondere im die Trichterseitenwände bildenden unteren Abschnitt der Dampferzeugerrohre alle Dampferzeugerrohre einer ähnlich starken Beheizung ausgesetzt sind, kann es auch bei einer Bespeisung

des Dampferzeugers mit niedriger Massenstromdichte nicht zu stark unterschiedlichen Durchflussraten und somit auch nicht zu unzulässig hohen Temperaturdifferenzen des Strömungsmediums am Austritt der Dampferzeugerrohre kommen.

Bei einer Auslegung des Dampferzeugers in Umlaufbauweise sind hingegen nahezu gleiche Massenströme und somit eine gute Kühlung für die Dampferzeugerrohre und zudem nahezu gleiche Dampfgehalte in den Dampferzeugerrohren erreichbar.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1a schematisch einen Durchlaufdampferzeuger mit vertikal angeordneten Verdampferrohren im Bereich der Brennkammerwand und teilweise parallel zur Neigungsrichtung des Bodens angeordneten Dampferzeugerrohren im Bereich des Bodens,

Fig. 1b eine alternative Ausführung des Durchlaufdampferzeugers, und

Fig. 2 eine weitere alternative Ausführung des Durchlaufdampferzeugers nach Fig. 1.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1a ist schematisch ein als Durchlaufdampferzeuger ausgestalteter Dampferzeuger 1 dargestellt, dessen vertikaler Gaszug von einer Umfassungswand 4 umgeben ist und eine Brennkammer bildet, die am unteren Ende in einen von Trichterseitenwänden 6 gebildeten Boden übergeht. Der Boden umfasst eine nicht näher dargestellte Austragsöffnung 8 für Asche.

Im Bereich des Gaszugs sind eine Anzahl von nicht dargestellten Brennern in der aus vertikal angeordneten Dampferzeuger-

rohren 12 gebildeten Umfassungswand 4 der Brennkammer angebracht. Die vertikal verlaufend angeordneten Dampferzeugerrohre 12 sind über Flossen 14 miteinander verschweißt und bilden zusammen mit den Flossen 14 in ihrem oberen Abschnitt die Umfassungswand 4 der Brennkammer. Unterhalb des Bodens ist ein Eintrittssammler 16 angeordnet, aus dem die Dampferzeugerrohre 12 mit Strömungsmedium bespeist werden.

In der Brennkammer befindet sich beim Betrieb des Dampferzeugers 1 ein bei der Verbrennung eines fossilen Brennstoffes entstehender Flammenkörper. Die auf diese Weise in der Brennkammer erzeugte Wärme wird auf das die Dampferzeugerrohre 12 durchströmende Strömungsmedium übertragen, wo sie die Verdampfung des Strömungsmediums bewirkt. Dabei erfolgt der Wärmeeintrag sowohl direkt über die Rohrwände der Dampferzeugerrohre 12 als auch über die Flossen 14.

Die Durchflussrate des Strömungsmediums durch die einzelnen Dampferzeugerrohre 12 beziehungsweise die Aufteilung des Durchflusses auf die einzelnen Dampferzeugerrohre 12 wird stark bestimmt durch die jeweiligen Gewichte der Wassersäulen in den einzelnen Dampferzeugerrohren 12. Dies hat zur Folge, dass eine Beheizung, die im unteren Teil der Brennkammer, besonders im Bereich der Trichterseitenwände 6, erfolgt, großen Einfluss auf die Durchströmung der Dampferzeugerrohre 12 hat. Werden einzelne Dampferzeugerrohre 12 vergleichsweise stark beheizt, sinkt das Gewicht ihrer Wassersäule und damit auch der Widerstand in dem betreffenden Dampferzeugerrohr 12. Dadurch erhöht sich in diesem Dampferzeugerrohr 12 die Durchflussrate im Vergleich zu anderen, weniger stark beheizten Dampferzeugerrohren 12. Wird ein Dampferzeugerrohr 12 vergleichsweise schwach beheizt, so verringert sich die Durchflussrate entsprechend.

Wird ein Dampferzeugerrohr 12 im Bereich der Trichterseitenwände vergleichsweise schwach beheizt, beispielsweise weil es erst am oberen Rand der Trichterseitenwände 6 in den beheiz-

ten Bereich eintritt und somit innerhalb des beheizten Bereiches eine vergleichsweise geringe Länge aufweist, so weist es im Vergleich zu anderen, vergleichsweise stark beheizten Dampferzeugerrohren 12, die innerhalb des beheizten Bereiches eine größere Länge aufweisen, eine niedrigere Durchflussrate auf. Im oberen Abschnitt der Dampferzeugerohre 12, der die Umfassungswand 4 der Brennkammer bildet, sind alle Dampferzeugerohre 12 ähnlichen Beheizungen ausgesetzt. Ein Dampferzeugerohr 12 mit vergleichsweise niedriger Durchflussrate wird bei diesen Bedingungen mehr Wärme aufnehmen als eines mit vergleichsweise hohem Durchsatz, so dass aus der unterschiedlichen Beheizung der Dampferzeugerohre 12 im Bereich der Trichterseitenwände 6 unter Umständen erhebliche Unterschiede in der Austrittstemperatur des Strömungsmediums auftreten.

Solche Temperaturdifferenzen sind nur in gewissen Grenzen tolerierbar, weil sie zu Spannungen führen können, die einen durch die zulässige Materialbelastung der Dampferzeugerohre 12 vorgegebenen Wert nicht überschreiten dürfen. Eine möglichst gleichmäßige Beheizung aller Dampferzeugerohre 12 ist deshalb anzustreben und besonders in dem die Trichterseitenwände 6 bildenden unteren Abschnitt der Dampferzeugerohre 12 bedeutsam.

Um eine möglichst gleichmäßige Beheizung aller Dampferzeugerohre 12 zu erreichen, weisen die Dampferzeugerohre 12 des Dampferzeugers 1 in Fig. 1a in dem die Trichterseitenwände 6 bildenden unteren Abschnitt einen geringeren Durchmesser auf als in dem die Umfassungswand 4 der Brennkammer bildenden oberen Abschnitt. Die Flossen 14 weisen ebenfalls im unteren Abschnitt eine geringere Breite auf als im oberen Abschnitt. Damit lässt sich die Breite des Bodens, die bestimmt wird durch die Anzahl der parallelen Dampferzeugerohre 12 und durch den Rohrdurchmesser addiert zur Breite einer Flosse 14, durch einen geringeren Rohrdurchmesser und eine geringere Breite der Flossen 14 reduzieren anstatt durch eine Verringe-

rung der Anzahl der parallelen Dampferzeugerrohre 12. Damit wird die erforderliche Verjüngung des Bodens in der Art einer zumindest teilweisen Führung der Dampferzeugerrohre entlang des Bodens erreicht.

Wie sich herausgestellt hat, lässt sich eine optimale Anordnung der Dampferzeugerrohre 12 und damit eine besonders effektive Ausnutzung der im Bereich der Trichterseitenwände 6 vorhandenen Wärme erzielen, wenn der Durchmesser jedes Dampferzeugerrohrs 12 im unteren Abschnitt um 5 bis 15 Prozent gegenüber dem Rohrdurchmesser im oberen Abschnitt und die Breite der Flossen 14 im unteren Abschnitt um 30 bis 70 Prozent gegenüber der Breite im oberen Abschnitt reduziert sind. Bei einem üblichen Rohrdurchmesser von 34 mm und einer Flossenbreite von 16 mm ergeben sich somit ein Rohrdurchmesser von ca. 32 mm und eine Flossenbreite von ca. 6 mm im unteren Abschnitt.

Eine besonders gleichmäßige Beheizung der Dampferzeugerrohre 12 im Bereich der Trichterseitenwände 6 kann erreicht werden, indem die Dampferzeugerrohre 12 in ihrem unteren Abschnitt wie in Fig. 1a dargestellt teilweise nicht parallel zur Neigungsrichtung des Bodens angeordnet sind. Diese schräge Anordnung erlaubt es, die Stärke der Beheizung jedes Dampferzeugerrohrs 12 weitgehend an dessen Länge innerhalb des beheizten Bereiches anzupassen. Mit anderen Worten: Die vergleichsweise schwache Beheizung eines Dampferzeugerrohrs 12 wird durch eine durch die schräge Anordnung der Dampferzeugerrohre 12 ermöglichte größere Länge im beheizten Bereich kompensiert.

Die Anordnung der Dampferzeugerrohre 12 im Bereich des Bodens kann dabei dem in diesem Bereich vorliegenden Temperaturprofil angepasst werden. Fig. 1a zeigt eine Anordnung, bei der die Dampferzeugerrohre 12 in ihrem unteren Abschnitt, in dem der Rohrdurchmesser reduziert ist, schräg - also nicht parallel zur Neigungsrichtung des Bodens - angeordnet sind. Bei

dieser Anordnung ist bis zu einer gewissen, durch die Geometrie und die Maße von Boden, Flossen 14 und Dampferzeugerrohren 12 bestimmten Höhe H eine Anordnung der Dampferzeugerrohre 12 parallel zur Neigungsrichtung des Bodens vorgesehen. Oberhalb dieser Höhe H ist die beschriebene schräge Anordnung vorgesehen.

Alternativ dazu können die Dampferzeugerrohre 12 auch wie in Fig. 1b dargestellt angeordnet sein. In diesem Fall ist ebenfalls bis zu einer gewissen Höhe H eine Berohrung mit parallel zur Neigungsrichtung des Bodens angeordneten Dampferzeugerrohren 12 mit gegenüber dem Durchmesser im oberen Abschnitt reduzierten Rohrdurchmesser vorgesehen. Oberhalb dieser Höhe H ist wie im ersten Beispiel eine schräge Anordnung der Dampferzeugerrohre 12 vorgesehen, wobei der Neigungswinkel der Dampferzeugerrohre 12 aber gegenüber ihrer ursprünglichen Richtung in der Ebene des Bodens so gewählt ist, dass die Dampferzeugerrohre 12 ebenso wie die Flossen 14 in ihrem schrägen Abschnitt denselben Rohrdurchmesser beziehungsweise dieselbe Breite aufweisen wie im oberen Abschnitt. Der Rohrdurchmesser und die Flossenbreite sind also in diesem Fall nur bis zur Höhe H reduziert.

Ist der Eintrittssammler 16 vergleichsweise breit und weisen die äußeren Dampferzeugerrohre einen vergleichsweise großen Abstand voneinander auf wie das beispielsweise bei Dampferzeugern mit zirkulierender Wirbelschicht der Fall ist, so können die Dampferzeugerrohre 12 wie in Fig. 2 dargestellt angeordnet sein. Bei dieser Anordnung sind die äußersten Dampferzeugerrohre 12, also diejenigen Dampferzeugerrohre 12, die den größten Abstand von der Mittelachse A aufweisen, über die gesamte Höhe der Trichterseitenwände 6 sowohl mit nicht reduziertem Rohrdurchmesser und nicht reduzierter Flossenbreite ausgeführt als auch schräg angeordnet. Die innersten Dampferzeugerrohre 12 mit dem geringsten Abstand von der Mittelachse A dagegen sind über ihre gesamte Länge mit reduziertem Rohrdurchmesser und reduzierter Flossenbreite ausgeführt

und parallel zur Mittelachse A und damit zur Neigungsrichtung des Bodens angeordnet. Die jeweils zwischen dem äußersten und dem innersten Dampferzeugerrohr 12 liegenden Dampferzeugerrohre 12 bilden den Übergang und weisen jeweils einen ersten Abschnitt mit reduziertem Rohrdurchmesser und reduzierter Flossenbreite, in dem sie parallel zur Mittelachse angeordnet sind, und einem zweiten Abschnitt mit nicht reduziertem Rohrdurchmesser und nicht reduzierter Flossenbreite, in dem sie schräg und damit parallel zum äußersten Dampferzeugerrohr 12 angeordnet sind, auf.

Bei dieser Anordnung sind die Unterschiede in der Stärke der Beheizung der Dampferzeugerrohre 12 im Bereich des Bodens verschwindend klein und eventuell daraus resultierende Temperaturdifferenzen im Strömungsmedium so gering, dass unzulässig hohe Materialbelastungen sicher vermieden werden. Auch bei niedrigen Lasten und bei Anfahrvorgängen sind daher keine Zusatzmaßnahmen erforderlich, um die Temperaturdifferenzen gering zu halten.

Patentansprüche

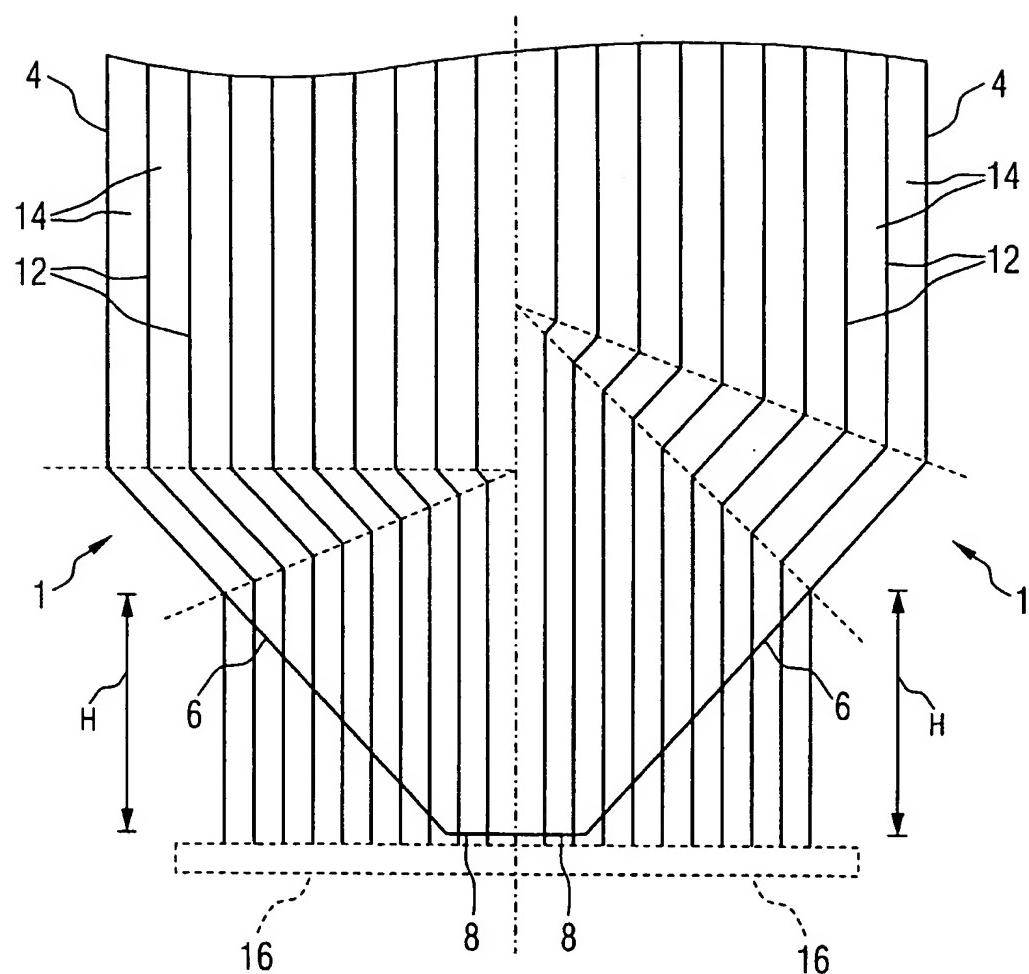
1. Dampferzeuger (1) mit einer Brennkammer, die in ihrem Bodenbereich Trichterseitenwände (6) aufweist, und mit einer aus einer Anzahl von einem Strömungsmedium durchströmbaren Dampferzeugerrohren (12) gebildeten Umfassungswand (4), wobei eine Anzahl von Dampferzeugerrohren (12) im Bereich der Trichterseitenwände (6) einen anderen Rohrdurchmesser aufweist als im Bereich der Umfassungswand (4).
2. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 1, wobei eine Anzahl von Dampferzeugerrohren (12) im Bereich der Trichterseitenwände (6) einen geringeren Rohrdurchmesser aufweist als die Dampferzeugerrohre (12) im Bereich der Umfassungswand (4).
3. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem benachbarte Dampferzeugerrohre (12) jeweils über Flossen (14) miteinander verbunden sind, wobei eine Anzahl von Flossen (14) im Bereich der Umfassungswand (14) eine andere Breite aufweist als im Bereich der Trichterseitenwände (6).
4. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 3, wobei eine Anzahl von Flossen (14) im Bereich der Trichterseitenwände (6) eine geringere Breite aufweist als im Bereich der Umfassungswand (4).
5. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Durchmesser einer Anzahl von Dampferzeugerrohren (12) im Bereich der Trichterseitenwände (6) gegenüber dem Rohrdurchmesser im Bereich der Umfassungswand (4) um 5 bis 15 Prozent reduziert ist.
6. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Breite einer Anzahl von Flossen (14) im Bereich der Trichterseitenwände (6) gegenüber der Flossenbreite im Bereich der Umfassungswand (4) um 30 bis 70 Prozent reduziert ist.

7. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine Anzahl von Dampferzeugerrohren (12) im Bereich der Trichterseitenwände (6) zumindest teilweise parallel zur Neigungsrichtung der Trichterseitenwände (6) angeordnet ist.
8. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, der als Durchlaufdampferzeuger ausgelegt ist.

1/2

FIG 1A

FIG 1B



2/2

FIG 2

